

August 2, 2000

?s pn=be 870878  
S8 1 PN=BE 870878  
?t s8/19/

8/19/1  
DIALOG(R)File 351:DERWENT WPI  
(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

002215047

WPI Acc No: 1979-14195B/197908

**Integrated circuit chip encapsulation method - comprises covering active surface only, then connecting chips to substrate and encapsulating in a different resin**

Patent Assignee: CII-HONEYWELL BULL (SELA )  
Number of Countries: 007 Number of Patents: 008  
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
BE 870878	A	19790115				197908 B
NL 7809979	A	19790405				197916
DE 2843133	A	19790419				197917
SE 7810315	A	19790514				197922
<del>GB 2003504</del>		19790613				197924
FR 2404992	A	19790601				197927
<del>FR 2404992</del>		19820512				198219
IT 1098983	B	19850918				198701

Priority Applications (No Type Date): FR 7729686 A 19771003

Abstract (Basic): BE 870878 A

Integrated circuit chip is claimed, of the type including an active surface provided with circuit elements connected to leads at the periphery of the surface. The active surface is entirely covered with a layer of insulating resin which may be flexible or in the form of a solidified gel. At the edge of the chip, the resin covering makes an angle of 25-45 degrees with the active surface. The resin is pref. a flexible silicone resin.

The connecting leads pass out through the sides of the insulating resin to be attached to the substrate wafer, hence individual chips can be attached to or removed from the substrate during service allowing repairs to be effected. The resin comprises having high resistivities combined with good thermal flock-resistance values and will accept a wide range of working temps. By use of a suitable solvent it is possible to remove the external layer of resin, without altering or removing the layer covering the active surface, when the whole interconnection substrate is encapsulated.

Title Terms: INTEGRATE; CIRCUIT; CHIP; ENCAPSULATE; METHOD; COMPRISE; COVER ; ACTIVE; SURFACE; CONNECT; CHIP; SUBSTRATE; ENCAPSULATE; RESIN

Index Terms/Additional Words: SILICONE

Derwent Class: A85; L03; U11; U12; V04

International Patent Class (Additional): H01L-021/94; H01L-023/28;

H05K-003/28; H05K-007/02

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): A06-A00E2; A12-E07A; L03-D03; L03-D04; L03-H02

Plasdoc Codes (KS): 0231 1306 2382 2437 2439 2440 2483 2500 2512 2551 2600

2608 2628 2728 2738 2740

Polymer Fragment Codes (PF):

\*001\* 011 04- 05- 229 331 38- 402 405 431 443 445 466 47& 470 477 501 506  
509 52- 541 548 551 560 566 623 627 628

?

RL ROYAUME DE BELGIQUE



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

# BREVET D'INVENTION

N° 870.878

Classif. Internat.: H 01 L

Mis en lecture le: 15-01-1979

Le Ministre des Affaires Économiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;*

*Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;*

*Vu le procès-verbal dressé le 29 septembre 1978 à 11 h. 30*

*au Service de la Propriété industrielle;*

## ARRÊTE :

**Article 1.** — *Il est délivré à la Sté dite : COMPAGNIE INTERNATIONALE POUR L'INFORMATIQUE CII-HONEYWELL BULL,*  
94 Avenue Gambetta à Paris (20ème) (France),

repr. par Mr Gauthier c/o Honeywell Bull S.A., 28,  
avenue Marnix à Bruxelles 1050,

*un brevet d'invention pour : Circuits électriques intégrés protégés, substrats d'interconnexion protégés comportant de tels circuits et procédé d'obtention desdits circuits et substrats,*

qu'elle déclare avoir fait l'objet d'une demande de brevet déposée en France le 3 octobre 1977, n° 77 29 686.

**Article 2.** — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

*Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.*

Bruxelles, le 13 octobre 1978.

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :  
Le Directeur

A. SCHURMANS

870878

2109

BREVET D'INVENTION

"Circuits électriques intégrés protégés, substrats  
d'interconnexion protégés comportant de tels circuits  
et procédé d'obtention desdits circuits et substrats"

Invention de : Patrick COURANT

COMPAGNIE INTERNATIONALE POUR L'INFORMATIQUE  
CII - HONEYWELL BULL

PD

870878

La présente invention concerne, d'une manière générale, la protection mécanique et/ou chimique des circuits électriques intégrés et des substrats d'interconnexion équipés de tels circuits.

Plus spécifiquement, elle a pour objet une pastille formant  
5 circuit électrique intégré, protégée par une résine isolante, et des substrats d'interconnexion équipés d'une pastille ou d'une pluralité de pastilles formant chacune un circuit électrique intégré, ces substrats équipés étant protégés et comportant application de la pastille précitée.

10 En outre, l'invention est relative à des procédés pour l'obtention desdits substrats ou pastilles.

Les techniques modernes mises actuellement en oeuvre pour réaliser des équipements électroniques, et plus particulièrement des ensembles de traitement de l'information, font de plus en  
15 plus appel à l'emploi de dispositifs semi-conducteurs à circuits intégrés non enfermés dans des boîtiers. Ces dispositifs sans boîtier sont désignés le plus souvent sous le nom de pastilles de circuits intégrés ("chips" en langue anglo-saxonne).

De telles pastilles formant circuits intégrés et se présentant par exemple sous la forme de plaquettes rectangulaires  
20 ou carrées de quelques millimètres de côté et d'une épaisseur de l'ordre du demi-millimètre, possèdent une face inactive pourvue d'une couche isolante de support et une face active pourvue d'éléments de circuit tels que résistances, condensateurs, transistors, diodes, reliés à des bornes situées à la périphérie de  
25 ladite surface active.

On connaît bien par ailleurs l'emploi des substrats d'interconnexion, qui se présentent communément sous la forme d'une plaquette faite généralement d'un matériau isolant pourvu de  
30 conducteurs réalisés sous forme de circuits imprimés sur la plaquette. Ces conducteurs se répartissent habituellement en plusieurs couches séparées par des couches d'isolation et reliées entre elles par des traversées, qui sont des ouvertures pratiquées dans les couches isolantes et remplies d'un matériau conducteur  
35 pour réaliser les connexions entre couches conductrices superposées. La couche conductrice extérieure du substrat d'interconnexion multicouche est pourvue de séries de plots de connexion, chaque série bordant un domaine du substrat qui est réservé à la mise en place d'un composant électronique tel qu'une pastille

20878

de circuits intégrés. On trouvera des exemples de montage de pastilles, formant circuits intégrés, sur un substrat d'interconnexion dans les demandes de brevet déposées en France par la demanderesse le 20 Septembre 1976, sous  
5 le n° 76-28170 intitulée "Procédé pour le montage de microplaquettes de circuits intégrés sur un substrat et installation pour sa mise en oeuvre" et le 4 Février 1977, n° 77-03271 intitulée : "Procédé et appareil de montage de dispositifs sur un substrat".

10 Ces pastilles sont généralement collées sur la face active du substrat en des emplacements prédéterminés et chacune d'entre elles est reliée électriquement au circuit d'interconnexion porté par la face active dudit substrat par des conducteurs de liaison joignant les bornes  
15 de la pastille aux plots du domaine correspondant dudit circuit d'interconnexion.

Une structure de ce type est rappelée sur les figures 1 et 2 des dessins ci-joints, lesquelles figures montrent respectivement une vue en coupe longitudinale et une vue  
20 de dessus d'un substrat d'interconnexion 1 équipé de pastilles formant circuits intégrés 2a, 2b, 2c, 2d, etc. La face active 1a de ce substrat comporte des plots tels que 3 reliés, par des conducteurs de liaison tels que 4, aux bornes telles que 5 des faces actives telles que 2'a des  
25 pastilles telles que 2a ; les références 1b d'une part et 2"a, 2"b, 2"c, 2"d, etc. d'autre part représentent les faces inactives, formées chacune d'une couche isolante de support, respectivement du substrat d'interconnexion et des différentes pastilles.

30 On a représenté sur la figure 1, pour la pastille 2d seulement, les moyens de protection classiques d'une pastille formant circuit intégré, ces moyens étant constitués par une résine isolante 6 recouvrant la pastille 2d, ses bornes 5, les plots 3, la zone avoisinante de la  
35 face active du substrat 1, et enrobant les conducteurs de liaison 4.

Ce type de moyens de protection présente les inconvénients suivants :

a) la résine isolante utilisée étant choisie parmi

870878

celles présentant une bonne résistance aux chocs thermiques et aux basses températures, ne présente pas une bonne résistance mécanique, car il est pratiquement impossible de disposer d'une résine possédant simultanément un  
5 aussi grand nombre de propriétés distinctes ; il en résulte une mauvaise protection mécanique des pastilles entraînant une mauvaise protection vis-à-vis des substances agressives, des poussières, etc. ; -

b) le simple remplacement d'une pastille défectueuse  
10 n'est plus possible après l'application de la résine isolante, puisque cette dernière recouvre aussi les plots du substrat d'interconnexion et au moins les zones du circuit d'interconnexion qui avoisinent ces plots ;

c) la réparation des parties du circuit d'interconnexion  
15 qui sont recouvertes par la résine isolante n'est pas possible, à moins de dissoudre au préalable la résine dans un agent approprié tel qu'un solvant organique.

La présente invention permet de remédier aux inconvénients précités.

20 La pastille formant circuit intégré selon l'invention est du type comportant une face active pourvue d'éléments de circuit reliés à des bornes situées à la périphérie de ladite face active, et est caractérisée en ce que sa face active est recouverte d'une couche  
25 superficielle de résine isolante, souple ou sous forme de gel solidifié, cette couche s'étendant seulement sur ladite face active.

Le substrat d'interconnexion équipé, conforme à l'invention, du type comportant (a) une plaquette de  
30 forme quelconque qui constitue ledit substrat d'interconnexion et qui comprend une face active portant un circuit d'interconnexion des différentes pastilles, (b) lesdites pastilles qui sont collées, par celles de leurs faces qui sont opposées à leurs faces actives,  
35 sur ledit substrat d'interconnexion, en des emplacements

071870

prédéterminés de celui-ci, et (c) des conducteurs de liaison reliant les bornes précitées des pastilles à des séries de plots appartenant audit circuit d'interconnexion, chaque série de plots entourant une pastille déterminée, est caractérisé en ce que la face active de chaque pastille est recouverte d'une couche superficielle de résine isolante souple ou sous forme de gel solidifié.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le substrat d'interconnexion précité est revêtu d'une couche externe, de préférence continue, d'une seconde résine isolante, rigide et résistante mécaniquement, cette couche externe recouvrant au moins la couche superficielle de résine isolante et les plots précités et enrobant les conducteurs qui relient lesdits plots aux bornes précitées.

Conformément à la présente invention, les résines isolantes précitées sont de préférence choisies dans le groupe des silicones.

La résine isolante souple précitée utilisée pour recouvrir la face active des pastilles formant circuits intégrés est avantageusement celle connue sous la dénomination commerciale "XR 90714" (Dow Corning) qui présente une résistance volumique de l'ordre de  $2 \cdot 10^{15}$  ohm.cm et une résistivité superficielle d'environ 7.10 ohms (mesurées selon la norme américaine ASTM-D 257), cette résine résistant bien aux chocs thermiques et pouvant supporter de basses températures pouvant aller jusqu'à environ -60°C.

Au lieu d'utiliser une résine de ce type, la résine de silicone recouvrant les pastilles précitées peut aussi, selon une variante conforme à l'invention, se présenter sous la forme d'un gel solidifié. Par l'expression "gel solidifié", on entend un produit dont la structure est celle d'un gel, mais qui possède, au moins aux températures d'utilisation, une consistance suffisamment ferme pour assurer la protection des pastilles, étant bien entendu qu'une telle substance peut avoir la consistance habituelle d'une gelée à des températures plus élevées que la température d'utilisation, notamment à la température ambiante. Ce gel solidifié peut éventuellement être recouvert d'une fine capsule métallique permettant d'éviter l'écoulement ou la détérioration accidentelle dudit gel lors d'un éventuel maintien

7

auxdites températures plus élevées. Comme exemple d'un tel gel isolant électriquement, on peut citer le gel de silicone connu sous la dénomination commerciale "Q3-6527" (Dow Corning) qui présente une consistance appropriée à basses températures et qui peut être utilisé jusqu'à des températures de l'ordre de -60°C (résistivité volumique de  $1,42 \cdot 10^{15}$  ohm.cm).

La résine isolante rigide et mécaniquement résistante formant la couche externe précitée est avantageusement celle connue sous la dénomination commerciale "XR 648" (Dow Corning) et elle est avantageusement utilisée en association avec une couche superficielle en la résine "XR 90714" précitée. L'analogie de structure de ces deux résines entraîne une bonne compatibilité entre lesdites résines et une bonne adhérence entre lesdites deux couches.

Cette résine "XR 648" possède une résistivité volumique de  $26 \cdot 10^5$  ohm.cm, une très bonne résistance mécanique et une grande dureté et elle résiste également à des températures pouvant aller jusqu'à -30°C, ce qui lui permet de jouer un rôle de protection efficace des pastilles formant circuits intégrés, en renforçant considérablement le rôle protecteur de la résine "XR 90714". Si elle était utilisée seule, en recouvrement direct de la face active d'une pastille, cette résine "XR 648" serait trop rigide, insuffisamment résistante aux chocs thermiques et elle ne pourrait pas jouer un rôle protecteur adéquat.

Il résulte de ce qui précède que l'inconvénient a) exposé plus haut est précisément éliminé par la présente invention.

D'autre part, il est facile de remplacer une pastille d'un substrat d'interconnexion par une autre, dans un but quelconque (réparation ou modification de circuit électrique) même après avoir partiellement protégé ladite pastille par la couche superficielle de résine isolante souple précitée, à condition que la couche externe de résine isolante, rigide et résistante mécaniquement, n'ait pas encore été appliquée sur ladite couche superficielle et ce, soit avant soudage des conducteurs de liaison aux plots du substrat d'interconnexion, soit après un tel soudage ; il est en effet beaucoup plus aisé et rapide de rompre les points de soudure, de changer de pastille et d'effectuer le soudage des conducteurs de liaison de la nouvelle pastille auxdits plots que de procéder à la dissolution d'une résine qui enroberait



070878

les conducteurs et plots, d'effectuer ensuite les opérations de déssoudage, remplacement de pastille et ressoudage, et de protéger enfin la nouvelle pastille par de la résine.

L'inconvénient b) exposé plus haut est donc également  
5 éliminé par la présente invention.

En outre, on peut procéder à la réparation ou modification éventuelle de n'importe quelle partie du circuit d'interconnexion appartenant au substrat d'interconnexion, même après avoir muni  
10 les pastilles formant circuits intégrés de la couche superficielle de résine isolante souple et disposé et/ou fixé et/ou relié électriquement ces pastilles sur le ou au substrat d'intercon-  
nexion, ce qui élimine l'inconvénient c) mentionné plus haut.

L'invention présente aussi un avantage supplémentaire exposé ci-après. Par le choix judicieux des deux résines et d'un  
15 agent de solubilisation ou d'enlèvement sélectif vis-à-vis de celles-ci, par exemple un solvant organique agissant sélectivement vis-à-vis desdites résines, il est possible d'éliminer la couche externe sans enlever, voire sans altérer d'aucune  
manière, la couche superficielle sous-jacente recouvrant la face  
20 active de chaque pastille, de façon à permettre les réparations sélectives du circuit d'interconnexion, des plots ou des conducteurs de liaison précités.

Bien entendu, on peut aussi procéder à l'enlèvement éventuel de la couche superficielle d'une pastille isolée protégée  
25 conformément à l'invention ou bien à l'enlèvement des deux couches de protection d'un substrat d'interconnexion équipé de ces pastilles, soit à l'aide d'un seul agent de solubilisation agissant sur lesdites deux couches, soit à l'aide, successive-  
ment, de deux agents agissant sélectivement et successivement  
30 sur chacune desdites couches et ce, afin de réparer éventuellement certains circuits intégrés ou d'en modifier les caractéristiques électriques.

Selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, la quantité de résine de la couche superficielle de chaque  
35 pastille est telle que la surface externe de cette couche fait, au niveau des bords de la face active de la pastille, un angle de l'ordre de 25 à 45 degrés, ces valeurs étant liées au procédé préférentiellement mis en oeuvre pour former ladite couche superficielle ainsi qu'il apparaîtra plus loin.

070878

Un procédé d'obtention d'une pastille formant circuit intégré selon l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste à recouvrir la face active de ladite pastille d'une résine isolante, à l'état fluide ou pâteux, et à provoquer la prise en  
5 masse de celle-ci par polymérisation (par exemple par chauffage et/ou séchage), de façon à obtenir une résine isolante, souple ou sous forme de gel, et à refroidir ensuite ce gel pour obtenir un gel solidifié.

Selon un mode de réalisation particulier de ce procédé, permettant le garnissage, par la résine isolante de la couche superficielle, de l'espace compris entre la face active de la pastille et les départs des conducteurs de liaison au voisinage des bornes de la pastille, un tel espace pouvant par exemple être d'une hauteur aussi faible qu'une dizaine de microns, on  
10 applique tout d'abord une première sous-couche de la résine isolante précitée dans un état suffisamment fluide pour qu'elle s'écoule dans l'espace précité et le garnisse, on prend cette résine en masse par polymérisation, et on applique ensuite, sur ladite première sous-couche, une deuxième sous-couche de la même  
15 résine, mais dans un état plus visqueux, obtenu de préférence par prépolymérisation, cette seconde sous-couche étant sous une épaisseur plus grande que la première sous-couche, à la suite de quoi on prend en masse ladite seconde sous-couche, par poursuite de la polymérisation.

Pour obtenir un substrat d'interconnexion protégé, comportant une pastille formant circuit intégré protégé, on peut procéder avantageusement de la façon suivante : on effectue, pour les différentes pastilles portées par le substrat, l'appli-  
20 cation de la couche superficielle dans les conditions indiquées ci-dessus, à la suite de quoi on réalise l'application, sur la surface active du substrat, de la résine constitutive de la couche externe précitée, de telle sorte que celle-ci puisse acquérir son état final isolant électriquement, rigide et mécaniquement résistant.

La résine isolante de la couche superficielle et/ou celle de la couche externe peuvent être appliquées, sous forme prépolymérisée ou non-polymérisée, éventuellement en l'absence de tout solvant ou agent de dispersion, comme cela est possible dans le cas de la résine de silicone "XR 90714".  
35

080070

La demanderesse a déterminé les conditions optimales de mouillabilité de la résine de la couche superficielle précitée, lors de son application sur la face active d'une pastille, vis-à-vis de cette face active ; l'angle de raccordement  $\theta$  du film ou goutte de résine placé sur ladite face active doit être de préférence de l'ordre de 22 à 45 degrés ; pour une valeur de l'angle  $\theta$  inférieure à 22 degrés, la mouillabilité est trop grande et la faiblesse de cet angle de raccordement est telle que l'épaisseur moyenne de la couche superficielle est trop faible pour assurer une protection efficace de ladite face active ; une épaisseur appropriée est d'environ 2 mm au centre de la pastille formant circuit intégré ; d'autre part, la résine risque de couler au-delà du contour de ladite face active ; pour un angle de raccordement  $\theta$  supérieur à environ 45 degrés, l'adhérence entre la couche superficielle de résine et ladite face active est trop faible et cette couche risque de se décoller spontanément ou d'être accidentellement arrachée, ce qui détériore la pastille ou au moins nuit à la qualité ou efficacité de sa protection.

D'autres caractéristiques, buts ou avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description ci-après, en référence aux figures 3 à 11 ci-annexées dans lesquelles :

- la figure 3 représente, en coupe transversale, une pastille formant circuit électrique intégré protégé conforme à la présente invention ;
- la figure 4 est une vue de dessus de cette même pastille ;
- la figure 5 représente une vue en coupe transversale d'un circuit d'interconnexion équipé de pastilles, formant circuits électriques intégrés protégés, tant ces pastilles que l'ensemble du substrat d'interconnexion équipé desdites pastilles étant conformes à la présente invention ;
- la figure 6 représente une vue en coupe transversale du même substrat d'interconnexion que sur la figure 5, après réalisation d'une protection complémentaire de l'ensemble de la face active de ce substrat, ce mode de réalisation étant également conforme à l'invention ;
- la figure 7 représente une vue en coupe transversale d'une pastille formant circuit intégré protégé selon l'invention, au cours de son processus d'obtention ;

## 870878

- la figure 8 représente une vue en coupe transversale d'un fragment de substrat d'interconnexion, d'une pastille formant circuit électrique intégré protégé selon la présente invention et d'un film de positionnement de cette pastille, cette figure illustrant la localisation de l'étape d'obtention de la pastille formant circuit intégré protégé, dans le cadre d'un processus connu d'adaptation d'une telle pastille sur un substrat d'interconnexion ;

- la figure 9 représente une vue de dessus de l'ensemble représenté sur la figure 8, à échelle réduite par rapport à la figure 8 ;

- la figure 10 est une vue en coupe transversale d'une pastille formant circuit électrique intégré protégé selon l'invention, où l'on montre l'angle de raccordement  $\theta$  entre la résine et la couche superficielle, à l'état fluide, et la face active de la pastille ;

- la figure 11 est un abaque représentant le cosinus de l'angle de raccordement  $\theta$  en fonction de la tension superficielle de la résine à l'état fluide, en dynes.cm<sup>-1</sup> ; et

- la figure 12 est une vue en perspective représentant une pastille formant circuit électrique intégré protégé conforme à l'invention et du fragment du substrat d'interconnexion qui la porte.

On voit sur les figures 3 et 4, une pastille formant circuit électrique intégré protégé comportant un corps de pastille 6 avec sa face active 6a portant des éléments de circuit (non représentés) reliés aux bornes 7 et sa face inactive 6b formée d'une couche isolante de support, les conducteurs de liaison 8 dont l'une des extrémités est soudée auxdites bornes 7, et la couche superficielle protectrice 9 en résine isolante électriquement et souple ; cette dernière, dans une variante conforme à la présente invention peut être remplacée par une résine isolante sous forme d'un gel solidifié du type indiqué plus haut.

On remarque que la couche superficielle isolante 9 ne s'étend pas au-delà du contour 10 de la face active 6a.

Les figures 5 et 6 montrent un substrat d'interconnexion désigné par la référence générale 11, qui comporte, de manière connue en soi une couche isolante de support 11b qui forme la face inactive dudit substrat et, au-dessus de cette couche 11b, une pluralité de couches isolantes comportant des traversées

870878

conductrices telles que 12 ainsi que, aux interfaces entre ces couches et sur le dessus de la couche supérieure, des conducteurs tous désignés par la référence générale 13 et formant, dans la face active 11a du substrat un circuit d'interconnexion comportant des plots tels que 14. De manière connue en soi, des pastilles formant circuits intégrés ont été collées sur la face active 11a dudit substrat d'interconnexion et les conducteurs de liaison 8 desdites pastilles ont été soudés sur les plots 14. Conformément à la présente invention, la face active 6a des pastilles est recouverte d'une couche superficielle de résine isolante souple 9, comme indiqué précédemment à propos des figures 3 et 4.

Dans le mode de réalisation de la figure 5, les conducteurs de liaison 8, les plots 14 et le circuit d'interconnexion porté par la face active 11a du substrat d'interconnexion 11 ne sont pas recouverts d'une résine isolante, ce qui permet le remplacement éventuel des pastilles formant circuits intégrés par d'autres pastilles du même type, pouvant former des circuits intégrés ayant une autre structure électrique, sans qu'il soit nécessaire de procéder à une dissolution quelconque de résine comme dans les circuits électriques intégrés protégés par résine de l'art antérieur.

Dans le mode de réalisation de la figure 6, les couches superficielles 9 de résine isolante électriquement et souple des différentes pastilles 6a sont recouvertes, de même que toute la face active libre du substrat d'interconnexion 11, d'une couche externe 15 en une résine isolante électriquement, rigide et douée d'une résistance mécanique élevée ainsi que, de préférence, d'une dureté élevée, ce qui permet d'accroître la protection de l'ensemble du circuit vis-à-vis des agents mécaniques et chimiques y compris les plus usuels tels que l'humidité, l'action de l'air, les vapeurs agressives, les poussières, etc.

La résine de la couche superficielle 9 est notamment la résine de silicone connue sous la dénomination commerciale "XR 90714" tandis que celle de la couche externe 15 est notamment la résine de silicone connue sous la dénomination commerciale "XR 648", ou la résine "XR 90714" ou le gel de silicone "93-6527".

870870

La figure 7 montre comment peut être obtenue une pastille formant circuit électrique intégré protégé, conforme à l'invention. Cette pastille, sur les bornes 7 de la surface active 6a de laquelle on a soudé des tronçons de conducteurs 8 (dont les extrémités opposées aux bornes 7 restent ici provisoirement libres), est placée sur un support approprié 16, à la suite de quoi on applique la couche superficielle de résine 9, soit en procédant en une seule application, soit en procédant en deux applications de la manière indiquée ci-après dans le cas de l'utilisation de la résine de silicone "XR 90714".

On modifie tout d'abord les caractéristiques d'écoulement de la résine XR 90714 disponible dans le commerce en augmentant sa viscosité par polymérisation partielle ou prépolymérisation, sous l'action d'un chauffage ; celui-ci est effectué pendant 2 minutes à 125°C, ce qui donne un produit dont la viscosité est de 6000 centipoises à 20°C (temps de montée à 125°C : 3 minutes ; temps de descente à 20°C : 2 minutes) ; dans ces conditions l'étalement de la résine sur la face active de la pastille, à 20°C, est régulier et l'angle de raccordement  $\theta$  est compris entre 25 et 45°, ce qui donne une épaisseur moyenne suffisante à la couche superficielle.

Le tableau ci-après montre l'influence de la durée du chauffage à 125°C sur la qualité du dépôt de résine sur la face active de la pastille formant circuit intégré.

	Temps de maintien à 125°C			
	0 mn	2 mn	3 mn	5 mn
Viscosité à 20°C	4 000 cps fluide	6.000 cps sirop	9.000 cps pâte	25.000 cps graisse
Forme du dépôt de résine après polymérisation complète	étalement trop important $\theta < 25^\circ$	dépôt correct $25^\circ < \theta < 45^\circ$	dépôt correct $25^\circ < \theta < 45^\circ$	dépôt irrégulier

071070

Pour l'application proprement dite de la résine XR 90714 précitée on procède alors comme il suit :

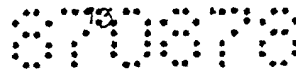
- on étend tout d'abord, à l'aide d'un fin pinceau, une couche de résine non-prépolymérisée sur la face active de la pastille ; cette résine non-prépolymérisée est suffisamment fluide pour s'étaler parfaitement sur toute la surface active et notamment dans l'espace de faible épaisseur situé sous les départs des conducteurs de liaison, au voisinage des bornes de la pastille ; on effectue ensuite la polymérisation pendant 1 heure à 125°C (la résine ayant été auparavant additionnée de 10% d'un catalyseur approprié) ;

- on utilise ensuite la résine XR 90714 ayant été prépolymérisée pendant 2 minutes à 125°C, de la manière indiquée ci-dessus, et contenant également la proportion précitée de catalyseur ; l'application de cette seconde sous-couche de résine XR 90714 s'effectue à l'aide d'un fin pinceau ; toutefois, en raison de la plus grande viscosité de la résine, on obtient une couche superficielle 9 d'une épaisseur suffisante, qui n'aurait pu être obtenue avec la seule résine fluide non-prépolymérisée (l'angle de raccordement  $\theta$  aurait alors été trop faible) ; on effectue la polymérisation de cette seconde sous-couche par chauffage à 125°C pendant 2 heures.

Dans le mode de réalisation des figures 8 et 9, on a procédé à l'application de la couche superficielle 9 des pastilles formant circuits intégrés 6 après avoir, de manière connue en soi, rendu lesdites pastilles solidaires d'un film de support permettant le pré-positionnement des pastilles 6 par rapport au substrat d'interconnexion 11.

Ce film de support 17 est pourvu de fenêtres telles que 17a dans lesquelles sont logées les pastilles 6 ; à cet effet, le film 17 comprend des bandes conductrices, telles que 18, obtenues par métallisation de la surface du film 17, lesdites bandes se prolongeant, en 18a, au-dessus des fenêtres telles que 17a, ces prolongements 18a étant destinés à former les conducteurs de liaison reliant les bornes 7 des pastilles aux plots 14 de la face active 11a du substrat d'interconnexion 11.

De manière connue en soi, on a centré les pastilles 6 dans les fenêtres telles que 17a, elles-mêmes centrées au-dessus des emplacements de la face active du substrat d'interconnexion 11



qui sont destinés à recevoir lesdites pastilles.

On procède alors, conformément à la présente invention, à l'application de la couche superficielle 9 de résine isolante et à sa polymérisation (dans la position représentée en traits continus sur la figure 8).

De manière en soi connue, on découpe ensuite, suivant le contour 19, les bandes conductrices 18 et, la face inactive 6b des pastilles 6 étant revêtue d'une composition adhésive, on applique lesdites pastilles aux emplacements correspondants de la face active 11a du substrat d'interconnexion 11, de manière à fixer lesdites pastilles sur ce substrat ; on procède alors au séchage de la composition adhésive et au soudage des prolongements 18a, devenus les conducteurs de liaison 8, sur les plots 14 portés par la face active du substrat d'interconnexion 11.

Lorsque cette opération est terminée, et après toutes les vérifications souhaitables, on procède à l'application de la couche externe 15 de résine rigide et résistante mécaniquement, non représentée sur la figure 8, mais visible sur la figure 6.

On retrouve sur la figure 10 la pastille formant circuit intégré 6, munie de la couche superficielle de résine isolante souple 9 dont l'angle de raccordement avec la face active 6a de la pastille 6 est désigné par l'angle  $\theta$ . La courbe de la figure 11 donne le cosinus de l'angle  $\theta$  en fonction de la tension superficielle à l'état non-polymérisé de la résine (l'angle  $\theta$  n'est substantiellement pas modifié lors de la polymérisation de la résine sur la face active de la pastille). Pour les raisons indiquées plus haut, l'angle de raccordement  $\theta$  est de préférence compris entre  $25^\circ$  et  $45^\circ$ , ce qui correspond à  $\cos \theta$  compris entre environ 0,9 et 0,7 et par conséquent, à une tension superficielle comprise entre environ 30 et 36 dynes/cm. C'est donc cette tension superficielle de la résine utilisée, relativement à la face active de la pastille, que doit posséder la résine au moment de son application.

Il convient d'ajouter que, pour obtenir une couche superficielle présentant les meilleures caractéristiques possibles, il convient de dégazer la résine, ce qui est par exemple obtenu par maintien pendant 20 minutes sous une pression de 2 mmHg, et de mettre en oeuvre un appareillage automatique pour appliquer la résine, de manière à obtenir des conditions précises et



070878

reproductibles d'application ; à titre d'exemple non limitatif, on peut utiliser un dispositif de délivrance de gouttes liquides fabriqué par la firme Laurier Associates Inc., Modèle M101, les gouttes étant de préférence délivrées à une distance de l'ordre  
5 de 2 mm au-dessus de la face active des pastilles.

On retrouve sur la figure 12 le substrat d'interconnexion 11, les plots 14, les conducteurs de liaison 8, la pastille formant circuit intégré 6 munie de sa couche superficielle 9 de résine isolante souple ; on remarque que l'angle de raccordement  
10  $\theta$  présente ici une valeur de l'ordre de 40 à 45°.

La viscosité de la résine "XR 648" au moment de son application doit être de préférence comprise entre 80 et 140 centipoises ; elle est alors en mélange avec une quantité sensiblement égale de xylène (49 à 52% de solides dans la résine fluidifiée) ;  
15 une épaisseur de 1,5 mm de la couche externe, au-dessus de la couche superficielle, est suffisante. La polymérisation de cette résine s'effectue par chauffage à 150°C pendant 2 heures.

Au lieu d'utiliser la résine "XR 90714" pour former la couche superficielle, on peut former un gel de silicone de la  
20 manière suivante : on mélange, au moment de constituer cette couche, la résine de silicone A et le durcisseur B du produit connu sous la dénomination commerciale Q3-6527 (Dow Corning) ; on obtient un mélange de densité 0,97 dont la viscosité est de 510 centistokes ; l'extrait sec est de 98,2% . après application  
25 du mélange du mélange ainsi obtenu, on polymérise la résine pour obtenir un gel, dans les conditions suivantes : chauffage à 65°C pendant 4 heures, puis à 100°C pendant 1 heure, puis à 150°C pendant 15 minutes.

La réparation d'un substrat revêtu de la  
30 couche superficielle 15 constitue de l'une des résines isolantes précitées peut être effectuée par dissolution de ladite couche dans divers solvants organiques ; l'un de ceux qui sont les plus faciles à mettre en oeuvre et celui connu sous la dénomination commerciale "WEHA-SOLVE SI" (S. C. P. C.) qui permet l'éli-  
35 mination de ladite couche superficielle par digestion à la suite de l'immersion de ladite pastille ou de l'immersion d'une partie du circuit d'interconnexion pendant par exemple 6 mn à 110°C dans ce solvant ; les parties métalliques et les couches

7

870878

de matière isolante ne sont pas attaquées (aucune corrosion) tandis que l'adhésion de la pastille au substrat n'est pas altérée à condition de bien rincer le solvant après digestion et d'avoir choisi une colle ou composition adhésive appropriée pour la fixation de la pastille sur le substrat.

5 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes d'exécution décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits. Ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

10



870878

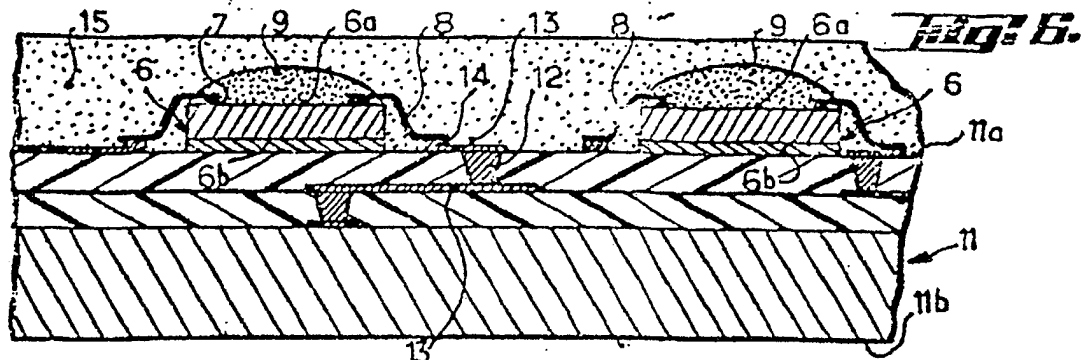


Fig. 6.

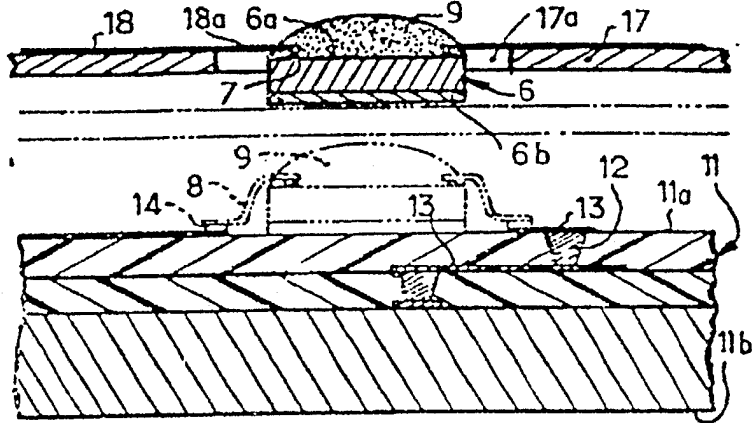


Fig. 7.

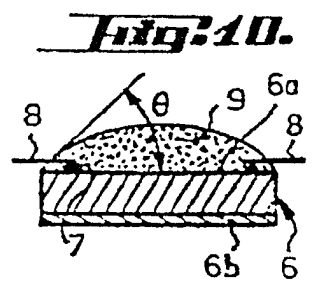


Fig. 10.

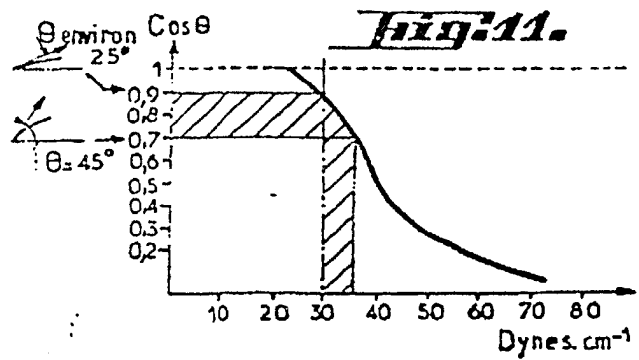


Fig. 11.

*Handwritten signature*

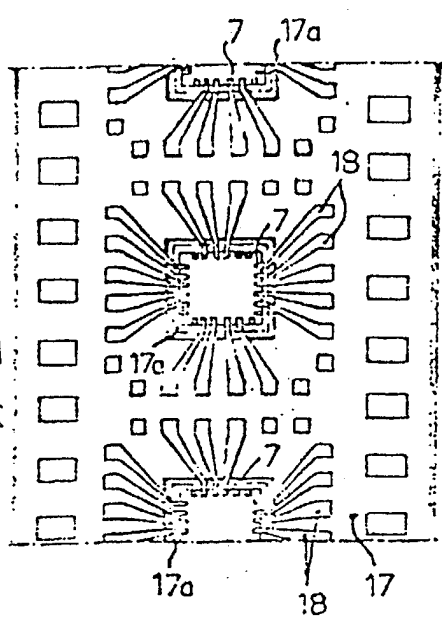


Fig. 9.

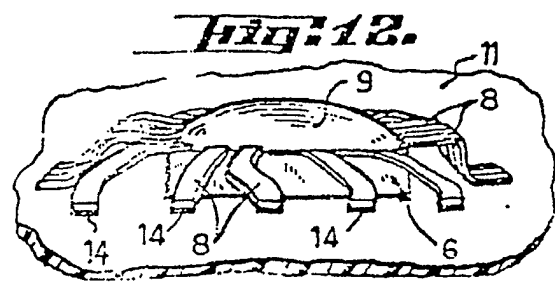


Fig. 12.